云 南 植 物 研 究 1994; 16 (4): 379—384
Acta Botanica Yunnanica

土壤干旱期间墨兰的水分生理变化*

潘瑞炽 郑先念 温兆清

（华南师范大学国兰研究中心，广州 510631）

摘要 研究了盆栽墨兰〔*Cymbidium sinense* (Andr.) Willd.〕在不同土壤含水量情况下的水分生理变化。不同叶龄的叶片对于干旱反应不同，一年生叶比二年生叶敏感。在叶片含水量、叶片水势、叶绿素含量、蒸腾速率和气孔阻力等生理参数中，后两者对干旱反应最灵敏。所以，一年生幼叶的蒸滕速率和气孔阻力可作为指标去判断墨兰植株水分供应情况。墨兰在土壤持水力44.2%时，相对透性较小，生长正常，一年生幼叶的蒸腾速率和气孔阻力分别是 3.36μg · cm^{-2} · s^{-1} 和 7.08s · cm^{-1}；当土壤干旱，持水力降至 22.5%时，相对透性增大 39%，说明细胞已经受旱害，该时的蒸腾速率降至 0.95μg、cm^{-2} · s^{-1}，气孔阻力升为 22.25s · cm^{-1}。可以认为，墨兰的土壤临界水分是在土壤持水力 44%—22%之间。

关键词 墨兰, 土壤干旱, 蒸腾速率, 气孔阻力

CHANGE OF WATER PHYSIOLOGY OF CYMBIDIUM SINENSE DURING SOIL DROUGHT PERIOD

PAN Rui-Chi, ZHENG Xian-Nian, WEN Zhao-Qing

(*Research Center for Chinese Orchid, South China NOrmal University,* Guangzhou 510631)

Abstract Change of water physiology of potted plants *Cymbidium sinense* (Andr.) Willd. grown in different soil moisture condition were studied. Different age of leaf had different response to drought, 1-year-old leaf was sensitive than 2-year-old leaf. Among several physiological parameters, such as leaf water content, leaf water potential, chlorophyll content, transpiratory rate and stomatal resistance etc., last two parameters were the most sensitive to drought. Hence the transpiratory rate or stomatal resistance in young leaf of 1-year-old shoot could be used to determine the water condition in plant. While water was supplied sufficiently and soil holding-water power was 44.2%, *C. sinense* normally grew and transpiratory rate in young leaf of 1-year-old shoot was 3.36 μg · cm^2 · s^{-1}and stomatal resistance was 7.08 s · cm^{-1}. However, while soil dried continuously and soil holding-water power dropped to 22.1%, indicating plant had been damaged by drought, transpiratory rate decreased to 0.95 μg · cm^{-2} · s^{-1}and stomatal resistance increased to 22.5 s · cm^{-1}. It may be considered that the critical soil water content of *C. sinense* is between 44%—22% of soil holding-water power.

Key words *Cymbidium sinense*, Soil drought, Transpiratory rate, Stomatal resistance

---

* 广东省科委重点科技研究项目

1993-06-28 收稿，1993-09-21 修回

墨兰（*Cymbidium sinense* (Andr.) Willd.）生长忌涝，土壤水分过多，会造成烂根烂叶，易滋长病虫害；土壤水分不足，又会影响新芽生长和开花。关于墨兰的水分生理研究，国内外尚未见报道，仅本研究中心曾报道过墨兰对干旱胁迫的反应[1]。然而，墨兰在不同土壤水分条件下的水分生理变化如何？墨兰的土壤临界水分含量是多少？哪些叶片和哪些生理指标适合于判断植株水分供应情况？本试验目的企图解决上述问题，为墨兰栽培的水分管理提供理论依据。

材料和方法

1. 材料的培养和处理

选择生长一致的、健康的、二年龄的墨兰植株，种植于盛有砂质壤土的花盆，放在兰圃中，正常管理。试验开始时，将材料移至遮荫的玻璃室内，一次全透浇水，以后让土壤自然落干，分期测完各种生理指标。测定对象分一年生幼叶（叶片未完全伸展）、一年生成长叶（叶片已充分伸长）和二年生成长叶（去年夏季长出的叶）等3种。

2.生理指标的测定

土壤含水量：取表土至根际深12—15cm处的土壤。土壤持水力测定按Hilgard法进行[2]。重复3次。

叶片含水量：叶片样品取自第一叶（从基部往上数）。重复3次。

叶片水势：采用ZIZ型水分状况测定仪（兰州大学植物生理研究室制造）。以第一叶为材料，重复6次。

叶片气孔阻力和蒸腾速率：用LI—1600稳态气孔仪测定。选取第一叶的中部，09：30—10：30测定，重复6次。

叶绿素含量：根据Arnon（1949）的方法测定第二叶中部的叶绿素含量，重复3次。

叶片细胞相对透性：从第三叶中部钻取直径8 mm的圆片，30片为一个样品，放在盛有蒸馏水的烧杯中，震荡2h，用DOS—11A型电导仪测定电导率。接着把样品煮沸杀死，冷却后再测电导率。相对电导率＝煮前样品电导率／煮后样品电导率×100。重复3次。

结果与分析

1. 土壤含水量的变化

试验前测得供试土壤的持水力是78.4%。试验开始时，浇透水分，土壤很湿润，含水量是土壤持水力的77%左右。干旱7天后，含水量迅速下降至土壤持水力的45%左右。干旱14天后，土壤变干，含水量降低到土壤持水力的23%左右。干旱21天后，土壤很干，含水量下降缓慢（图1）。

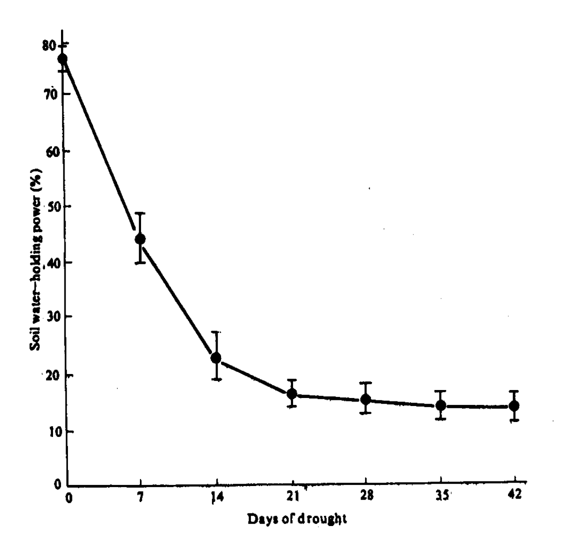


图1 干旱期间土壤持水力的变化

Fig.1 Change of soil water-holding power under drought period

2. 叶片含水量和水势的变化

从图2可见，在整个干旱期间，一年生幼叶和成长叶的含水量变化很接近，二年生成长叶的含水量则略低。这三种叶片的含水量都在干旱后7—21天下降最为显著。至于叶片水势的变化亦

与含水量变化相似，随着干旱期间延长，水势不断下降，也是以干旱后7—21天下降最显著，21—28天次之。

3. 气孔阻力和蒸腾速率的变化

在正常供水条件下，墨兰叶片气孔阻力为7—10s·cm^{-1}，蒸滕速率为2—3.4μg·cm^{-2}·s^{-1}。随着土壤失水变干，气孔阻力逐渐增强，蒸腾速率递降，两者均以干旱后7—14天变化最大，这是与土壤含水量剧烈下降有关。以不同叶龄来说，水分供应充足时的蒸腾速率顺序是：一年生幼叶、一年生成长叶和二年生成长叶；而在土壤干旱时则相反，至于气孔阻力，在水分供给充分时，二年生成长叶＞一年生成长叶＞一年生幼叶，在土壤干旱时顺序则相反（图3）。

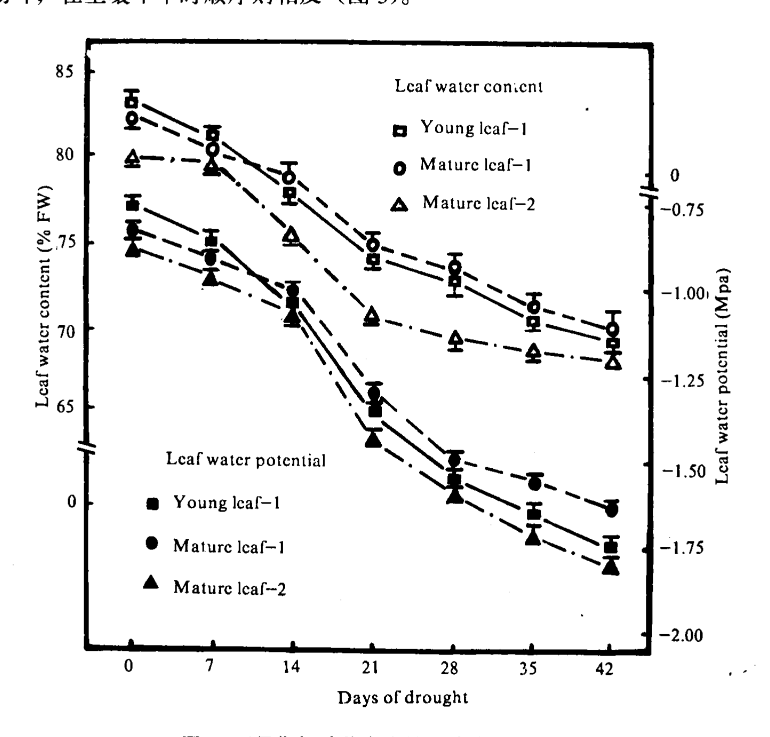


图2 干旱期间叶片含水量和叶片水势的变化

Fig. 2 Change of leaf water content and leaf water potontial under drought peroid

4. 叶片叶绿素含量的变化

在供水正常的状况下，墨兰叶片的叶绿素含量随叶龄增长而增加，与以前的报告[5]相同。二年生成长叶的叶绿素含量在干旱21天以后便开始迅速下降，到第42天时下降到试验开始时的57%，并接近一年生成长叶的水平（图4）。叶绿素含量的下降通常作为衡量衰老的主要指标[8]。二年生成长叶叶绿素含量在干旱后期明显下降，说明光合器官可能受到伤害，叶片衰老。一年生幼叶和成长叶的叶绿素含量在干旱期比较稳定，但叶色呈暗绿，说明一年生叶在干旱期间同样受害，而且比二年生成长叶受旱害更早，因为一年生叶对干旱的抵抗力是较弱的。墨兰叶片干旱死亡仍呈暗绿这个现象，我们在其他工作[5]已报道过。

5. 叶片相对透性的变化

叶片相对透性说明细胞质膜伤害程度。从图5看出，干旱后7—28天，一年生幼叶的相对透性迅速增大，其中14—21天增加最快；一年生成长叶透性在干旱7—35天增大，其中以14—28天最快；二年生成长叶透性在14—42天期间增多，到28--42天直线升高。根据透性增大出现时间的早迟，我们认

为，一年生幼叶对干旱最敏感，一年生成长叶次之，二年生成长叶最不繁感。

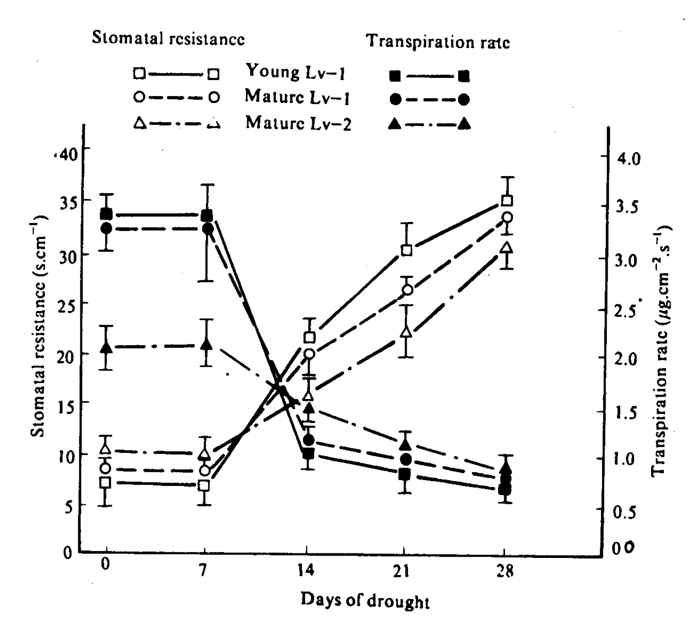


图 3 干旱期间叶片气孔阻力和蒸腾速率的影响

Fig.3 Changes of stomatal resistance and transpiration rate under drought period

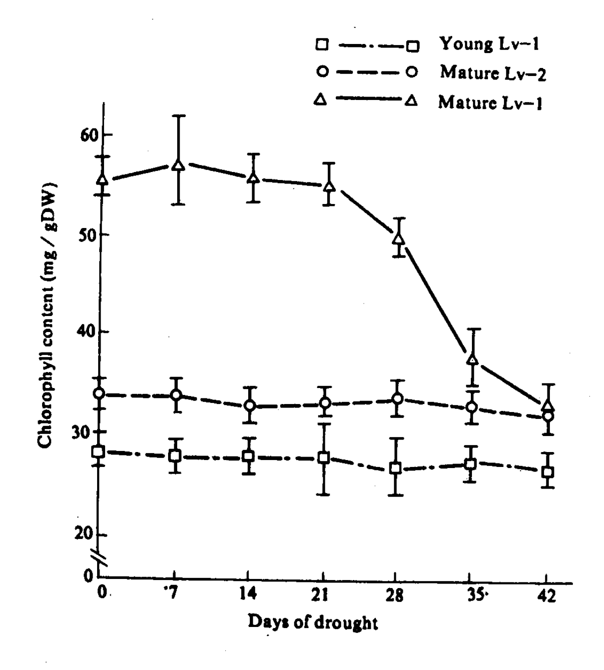


图 4 干旱期间叶绿素含量的变化

Fig.4 Change of chlorophyll content under drought period

讨 论

正常供水条件下墨兰气孔阻力为 7—11s · cm^{-1}，蒸腾速率为 2—3.4μm · cm^{-2} · s^{-1}。与许多其他植物相比，它的气孔阻力较高，蒸腾速率较低，例如花生幼苗气孔阻力只有 0.7s · cm^{-1} 蒸腾速率达 7—8μgcm^{-2} · s^{-1} [3]。结合前文[4]报道，墨兰叶片表皮有较厚的角质层，下表皮的气孔稍下陷，上有气孔盖，因此，墨兰是能够耐旱的。

干旱后 14 天时，土壤含水量下降到土壤持水力的 23%，相对透性急剧加大到 22%—25%（二年生成长叶例外），说明植株已开始受伤害，该时叶片含水量为 76%—79%，叶片水势为 -1.00—1.15Mpa，蒸腾速率为 0.95—1.5μgcm^{-2} · s^{-1}，气孔阻力为 16

—22.3s・cm^{-1}。随着干旱时间延长，植株受害越大，各种生理参数继续增大或减小。

无论幼叶或成长叶，在干旱7天后气孔阻力迅速加大，蒸腾速率急降，表示气孔开度减小，有利保存体内水分，增加抗旱性。干旱期间叶片细胞质膜受伤，相对透性逐渐增大。一年生幼叶在干旱7—14天略有增大，二年生成长叶在14—21天才增加，一年生成长叶则在两者之间。看来，叶片透性对干旱反应比较迟缓，其它生理指标更是迟钝。所以，蒸腾速率或气孔阻力可较好地用于判断墨兰植株水分供应正常与否。

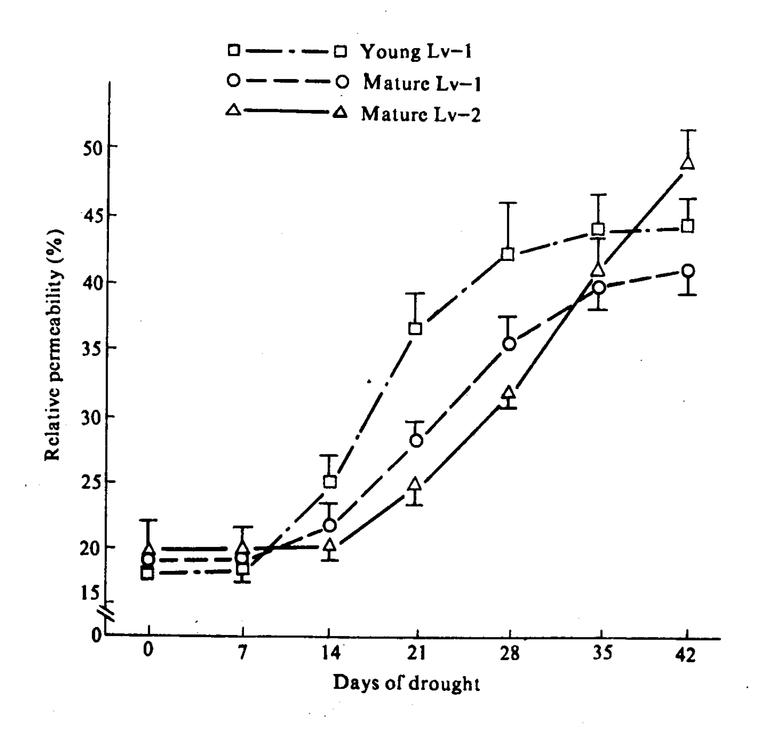


图5 干旱期间叶片相对透性的变化

Fig. 5 Change of relative permeability in leaf under drought period

表1 墨兰一年生幼叶在生长正常和受干旱伤害时的土壤含水量和某些生理变化

Table 1 Changes of soil water content and some physiological characters in young leaf of 1-year-old shoot of *C. sinense* in normal growth state and damaged by drought

生长状况 Groth state	土壤持水力 Soil water-holding power %	叶片相对透性 Leaf relative permeability, %	蒸腾速率 Transpiratory rate, $\mu g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$	气孔阻力 Stomatal resistance, $s \cdot cm^{-1}$	备注：干旱天数 Remark: days of drought
正常生长 Normal growth	44.2 (100.0)	18.0 (100.0)	3.36 (100.0)	7.08 (100.0)	7
干旱伤害 Damaged by drought	22.5 (50.1)	25.0 (138.9)	0.95 (28.3)	22.25 (315.6)	14

墨兰叶龄与耐旱能力有关，老龄叶较耐旱，幼龄叶较不耐旱。一年生幼叶对干旱是最敏感的，可用

于测定水分供应情况。为了应用于生产，这里重点总结一年生幼叶正常生长和已开始遭受干旱伤害时的一些灵敏的生理变化（表 1）。墨兰的土壤临界水分是在土壤持水力 44.2%—22.5%之间，该时相对透性加大，蒸腾速率由 3.36 降至 0.95$\mu g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$，气孔阻力由 7.08 升至 22.25 $s \cdot cm^{-1}$。这些指标可供生产上判断墨兰水分供应状况参考。

有些报道[6, 7, 9]认为，许多植物叶片气孔对干旱胁迫的反应有一个水势阈值，超过阀值，细胞就会受到损伤。从本文结果来看，墨兰气孔对干旱胁迫反应的水势阀值是-1.0Mpa 左右。

试验结果指出，尽管墨兰耐旱，但长期土壤干旱，持水力下降到 23%左右就会受害，生长差，所以墨兰栽培还是要合理淋水的，至于墨兰生长的最适土壤含水量，则另文报道。

参 考 文 献

〔1〕 Zheng X N, Wen Z Q, Pan R C, Hew C S. Response of *Cymbidium sinense* to drought stress. *J Horticul Sci,* 1992, **67**(3): 295—299.

〔2〕 卢刈义次，山田登，林武主编（余友浩译）. 作物生理讲座第3卷——水分生理. 上海：上海科学技术出版社，1965, Ⅲ—2.

〔3〕 潘瑞炽，王雅丽，张铭光等. PP333对花生生长和叶片结构的影响. 植物学报，1988, **30**（3）：259—264.

〔4〕 叶庆生，潘瑞炽，丘才新，墨兰叶片结构及光合作用的研究, 植物学报，1992, **34**（10）：771—776.

〔5〕 叶庆生，潘瑞炽，丘才新. 不同叶龄墨兰叶片光合和呼吸的变化，华南师范大学学报（自然科学报）, 1992年生物学专刊：1—5.

〔6〕 Jordan W R, Ritchid J T. Influence of soil stress on evaporation, root absorption, and internal water stress of cotton. *Plant Physiol,* 1971, **48:** 783—788.

〔7〕 Meidner H, Mansfield T A. Physiology of stomata. London: McGraw-Hill, 1968, 179.

〔8〕 Thimann K V. The senescence of leaves. In: Senscence in plants. (ed. by KV Thimann) CRC Press, Ino., Boca Raton Florida, 1980; 85—105.

〔9〕 Tronghton J H. Plant water stress and carbon dioxide exchange of cotton leaves. *Aust J Biol Sce,* 1969, **22:** 289—302.